



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**PENGUKURAN KETELUSAN LOGAM EMAS DAN CECAIR DENGAN
KAEDAH RESONANS PLASMON PERMUKAAN**

ROSMIZA BT. MOKHTAR

FSAS 1998 7

**PENGUKURAN KETELUSAN LOGAM EMAS DAN CECAIR DENGAN
KAEDAH RESONANS PLASMON PERMUKAAN**

Oleh

ROSMIZA BT. MOKHTAR

**Tesis ini dikemukakan bagi memenuhi keperluan
Ijazah Master Sains Fakulti Sains dan Pengajian Alam Sekitar
Universiti Putra Malaysia**

Ogos 1998



Buat emak dan ayah yang disayangi

**MOKHTAR B. YAHYA
RABIAH BT. YAACOB**

Kakak dan keluarga

**ROSMAYA BT. MOKHTAR
WAN MOHD. NORHISHAM B. WAN YAAKUB
WAN MOHAMMAD IRFAN B. WAN MOHD. NORHISHAM
WAN MOHAMMAD FAHIM B. WAN MOHD. NORHISHAM**

Adik-adik

**MOHD. RIDZUAN B. MOKHTAR
ROSLINA BT. MOKHTAR**

Terima kasih di atas kasih sayang, semangat dan dorongan yang diberikan.



PENGHARGAAN

Bersyukur saya ke hadrat Illahi kerana dengan limpah kurniaNya, memberi saya kekuatan, semangat dan kesabaran untuk menyiapkan tesis ini.

Saya ingin mengucapkan penghargaan khas serta terima kasih yang tidak terhingganya kepada Profesor Madya Dr. W. Mahmood b. Mat Yunus, selaku Pengerusi Jawatan Kuasa Penyeliaan kerana telah memberi peluang kepada saya menjelajah sebahagian daripada dunia optik dan juga terima kasih di atas segala tunjuk ajar, teguran dan bimbingan yang beliau curahkan sepanjang saya menyiapkan projek ini.

Saya juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada Ahli Jawatan Kuasa Penyeliaan yang lain, iaitu, Dr. Zainal Abidin b. Talib dan Profesor Madya Dr. Mohd. Maarof b. Moxsin, yang telah memberi teguran dan pandangan yang membina dalam projek ini.

Tidak lupa juga, saya mengucapkan terima kasih kepada Profesor Madya Dr. Kaida b. Khalid dan Puan Jumiah bt. Hasan di atas sumbangan sebahagian dari sampel serta nasihat dan tunjuk ajar yang berguna kepada saya. Terima kasih juga kepada Dr. Zainul Abidin b. Hassan di atas bantuan menyediakan

program komputer yang memudahkan saya menjalankan ujikaji serta sumbangan sampel dalam bentuk logam emas.

Kepada kakitangan Jabatan Fizik (FSAS), Jabatan Kimia (FSAS) dan Unit Mikroskop Elektron (FKVSP), terima kasih kerana memberi tunjuk ajar dan kemudahan menggunakan peralatan makmal sepanjang projek ini.

Kepada rakan-rakan saya Alim, Man, Shida, Mas, Kak Ana, Anja, Lah, Azhan, Zolman, Idah, Noy, Liza, Eena dan Azah, terima kasih kerana bantuan, dorongan serta pandangan yang bernas sepanjang projek ini.

Akhir sekali saya mengucapkan terima kasih kepada semua yang terlibat sama ada orang perseorangan atau pihak tertentu yang telah terlibat baik secara langsung atau tidak langsung dalam menyiapkan projek ini.

JADUAL KANDUNGAN

Muka surat

PENGHARGAAN	iii
SENARAI JADUAL	viii
SENARAI RAJAH	x
SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN	xviii
ABSTRAK	xx
ABSTRACT	xxiii
BAB	
I PENDAHULUAN	1
Resonans Plasmon Permukaan	1
Aplikasi Resonans Plasmon Permukaan	4
II LATAR BELAKANG PROJEK	6
Logam Emas dan Aloi Emas Sebagai Saput Tipis	6
Kajian-kajian Lepas	7
Tujuan Kajian	20
III TEORI	22
Gelombang Elektromagnet Permukaan pada Sempadan Antaramuka Dua Medium	22
Hubungan Serakan Resonans Plasmon Permukaan	30
Gandingan Prisma Plasmon Permukaan	36
IV KAEDAH KAJIAN	40
Pembinaan dan Penyusunan Alat Radas	40
Fotodiod sebagai Alat Pengesan	41
Pembinaan Meja Optik dan Gear	42
Meja Sampel	43
Pengukuran Indeks Biasan Prisma	44
Pembersihan Substrat (Prisma)	46



Penyediaan Sampel dan Sel Sampel	47
Penyediaan Saput Tipis	47
Penyediaan Sampel Larutan	50
Kaedah Pengukuran	54
Penentuan Sudut Tuju Dalam Prisma dan Pembetulan	
Faktor Kehilangan (Loss) Data Ujikaji	55
Penentuan Pemalar Optik, ϵ_r dan ϵ_i Sampel	
(Cecair, Emulsi dan Serbuk)	57
Penentuan Pemalar ϵ_r dengan Kaedah Sudut	
Resonans Plasmon Permukaan, θ_{spp}	58
Kaedah Penyesuaian Data-data Ujikaji dengan	
Teori (Fitting)	59
V HASIL DAN PERBINCANGAN	74
Ciri-ciri Plasmon dan Pemalar Optik Saput Tipis	
Logam Emas	74
Ciri-ciri Plasmon Saput Tipis Logam Emas	
(99.99%) - Teknik Simulasi Komputer	75
Ujikaji Kesan Persekitaran Terhadap Kestabilan	
Saput Tipis Logam Emas	78
Ciri-ciri Plasmon dan Penentuan Pemalar-pemalar	
Optik Saput Tipis Logam Emas (99.99%)	
- Kaedah Ujikaji	80
Ciri-ciri Plasmon dan Penentuan Pemalar-pemalar	
Optik Saput Tipis Logam Emas (Teknik Peruapan)	87
Ciri-ciri Plasmon dan Pengukuran Pemalar Optik	
Aloi Emas	93
Ciri-ciri Plasmon Aloi Emas (750, 835 dan 916)	95
Pengukuran Pemalar Optik Aloi Emas	
(750, 835 dan 916)	104
Pengukuran Sifat-sifat Keterpantulan Optik dan Keterhantaran	
Optik Emas Tulen (99.99%) dan Aloi Emas (750, 835	
dan 916)	107
Sifat-sifat Keterpantulan Optik Emas Tulen (99.99%)	
dan Aloi Emas (750, 835 dan 916)	108
Sifat-sifat Keterhantaran Optik Emas Tulen (99.99%)	
dan Aloi Emas (750, 835 dan 916)	113
Pengukuran Pemalar Optik, ϵ_r dan ϵ_i bagi Cecair	
(Lutsinar dan Penyerap)	121
Pemalar Optik, ϵ_r dan ϵ_i Larutan Etanol Sebagai	
Fungsi Kepada Kepekatan	129

Pemalar Optik, ϵ_r dan ϵ_i Larutan Latex pada Berbagai Nilai Kelengasan	132
Pemalar Optik, ϵ_r dan ϵ_i Larutan Madu	135
Resonans Plasmon Permukaan Sebagai Sensor Optik	138
Pengesanan Kandungan Etanol dalam Air Suling	138
Pengesanan Kelengasan Latex Menggunakan Kaedah Pengukuran Resonans Plasmon Permukaan	143
Pengesanan Kandungan Air dalam Larutan Madu	149
Mengukur Pemalar Optik, ϵ_r dan ϵ_i Sampel Emulsi dan Serbuk Menggunakan Kaedah Resonans Plasmon Permukaan	152
VI RUMUSAN KAJIAN	158
Cadangan Kajian Lanjutan	162
BIBLIOGRAFI	164
VITA	168

SENARAI JADUAL

JADUAL		Muka surat
1	Senarai tandaan-tandaan biasa dalam pasaran emas.	7
2	Senarai pemalar dielektrik nyata, ϵ_r dan khayal, ϵ_i logam-logam yang biasa digunakan sebagai sampel saput tipis dalam kajian plasmon permukaan.	32
3	Senarai pemalar-pemalar dielektrik, ϵ_r , ϵ_i dan ketebalan saput tipis logam emas.	80
4	Senarai nilai ϵ_r , ϵ_i dan ketebalan saput tipis logam emas (teknik peruapan dan teknik percikan).	91
5	Senarai pemalar-pemalar dielektrik ϵ_r , ϵ_i dan keterpantulan minimum untuk sampel emas tulen (99.99%) dan aloi emas (750, 835 dan 916).	104
6	Senarai nilai keterhantaran optik maksimum dan jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis emas tulen (99.99%) yang berbeza.	115
7	Senarai nilai keterhantaran optik maksimum dan jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 750 yang berbeza.	116
8	Senarai nilai keterhantaran optik maksimum dan jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 835 yang berbeza.	118
9	Senarai nilai keterhantaran optik maksimum dan jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 916 yang berbeza.	119
10	Senarai nilai keterhantaran optik maksimum dan jarak gelombang (ketika keterhantaran optik mencapai maksimum) untuk emas tulen (99.99%) dan aloi emas (750, 835 dan 916).	121

11	Senarai pemalar-pemalar optik, ϵ_r dan ϵ_i bagi sampel-sampel cecair lutsinar dan penyerap (analisis fitting).	128
12	Senarai pemalar dielektrik nyata, ϵ_r dan khayal, ϵ_i bagi setiap peratus kandungan etanol dalam air suling (analisis fitting).	132
13	Senarai pemalar dielektrik nyata, ϵ_r dan khayal, ϵ_i untuk empat kelengasan latex (analisis fitting).	135
14	Senarai pemalar dielektrik nyata, ϵ_r dan khayal, ϵ_i untuk enam sampel larutan madu (analisis fitting).	137
15	Senarai pemalar optik, ϵ_r dan ϵ_i untuk sampel-sampel emulsi dan serbuk (analisis fitting).	157

SENARAI RAJAH

RAJAH		Muka surat
1	Graf pergantungan pemalar optik, n dan k terhadap ketebalan untuk (a) logam aluminium (teknik peruapan) dan (b) logam perak (teknik percikan magnetron dan teknik peruapan).	8
2	(a) Menunjukkan sinar terkutub P dan (b) menunjukkan sinar terkutub S.	24
3	Gelombang elektromagnet permukaan (SEW) pada sempadan antaramuka dua medium dengan fungsi dielektrik kompleks, ϵ_1 dan ϵ_2	26
4	Struktur Kretschmann bagi pengujian plasmon permukaan. k_x adalah komponen vektor medan menyusut yang selari dengan permukaan logam, k_{spp} adalah vektor gelombang plasmon permukaan.	31
5	Contoh plot simulasi keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk logam-logam perak, kuprum, emas, aluminium dan besi (nisbah W yang berbeza).	35
6	Struktur gandingan prisma, (a) struktur Kretschmann dan (b) struktur Otto.	37
7	Susunan radas optik bagi pengukuran resonans plasmon permukaan.	41
8	Halaju linear tangen, V adalah dua kali halaju linear pusat, V_1	42
9	Struktur binaan meja optik dan gear.	43
10	Binaan meja sampel. A, B, X, Y dan Z adalah skru pelarasan.	44
11	Laluan sinar tuju melalui prisma.	45

12	Kedudukan prisma dan logam emas (target) dalam teknik percikan (Polaron E5100).	48
13	Kedudukan prisma dan logam emas (target) dalam teknik peruapan (Edwards AUTO 306).	49
14	Prosedur penyediaan dan penentuan kelengasan latex.	51
15	Struktur binaan sel bagi menempatkan sampel cecair, emulsi dan serbuk.	53
16	Keterpantulan dalam penuh pada sempadan antaramuka prisma dan saput tipis logam emas.	56
17	Carta alir prosedur fitting secara manual.	60
18	Carta alir prosedur fitting secara automatik.	61
19	Contoh plot $y = f(x)$ bagi menentukan nilai anggaran punca, x_1 yang menghampiri nilai punca, x_a dalam kaedah Newton.	62
20	Contoh plot $y = f(x)$ bagi menentukan nilai anggaran punca, x_2 yang menghampiri nilai punca, x_a dalam kaedah Secant (untuk nilai x_0 dan x_1 berada pada kedua-dua belah nilai x_a).	65
21	Contoh plot $y = f(x)$ bagi menentukan nilai anggaran punca, x_2 yang menghampiri nilai punca, x_a dalam kaedah Secant (untuk nilai x_0 dan x_1 berada pada belah yang sama di sebelah nilai x_a).	65
22	Lengkungan parabolik plot Δ melawan (d , ε_{2r} atau ε_{2i}) untuk $g_{-1} > g_0$	
23	Lengkungan parabolik plot Δ melawan (d , ε_{2r} atau ε_{2i}) untuk $g_{-1} < g_0$ dan $g_0 < g_1$	69
24	Lengkungan parabolik plot Δ melawan (d , ε_{2r} atau ε_{2i}) untuk $g_{-1} > g_0$ dan $g_1 > g_0$	69

25	Lengkungan parabolik plot Δ melawan (d , ε_{2r} atau ε_{2i}) untuk $g_{-1} = g_0$ dan $g_1 = g_0$	70
26	Plot taburan χ^2 untuk menyatakan tahap persetujuan nilai fitting.	72
27	Plot simulasi keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk ketebalan saput tipis logam emas yang berbeza.	76
28	Plot simulasi keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas.	76
29	Plot simulasi sudut resonans sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas.	77
30	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi saput tipis logam emas untuk hari pertama, hari ke-10 dan hari ke-28.	79
31	Contoh plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori bagi sempadan antaramuka logam emas dan udara (teknik percikan).	82
32	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi ketebalan saput tipis logam emas yang berbeza (teknik percikan).	83
33	Plot pemalar dielektrik nyata, ε_r dan khayal, ε_i sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas.	84
34	Plot data eksperimen dan data simulasi bagi keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas.	85
35	Contoh plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori bagi sempadan antaramuka logam emas dan udara (teknik peruapan).	88
36	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi ketebalan saput tipis logam emas yang berbeza (teknik peruapan).	89

37	Plot keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas (teknik peruapan dan teknik percikan).	90
38	Plot pemalar dielektrik nyata, ϵ_r sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas (teknik peruapan dan teknik percikan).	92
39	Plot pemalar dielektrik khayal, ϵ_i sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis logam emas (teknik peruapan dan teknik percikan).	93
40	Contoh plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka aloi emas 750 dan udara.	95
41	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi ketebalan saput tipis aloi emas 750 yang berbeza.	96
42	Plot keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis aloi emas 750.	97
43	Contoh plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka aloi emas 835 dan udara.	98
44	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi ketebalan saput tipis aloi emas 835 yang berbeza.	99
45	Plot keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis aloi emas 835.	99
46	Contoh plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka aloi emas 916 dan udara.	100
47	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi ketebalan saput tipis aloi emas 916 yang berbeza.	101
48	Plot keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada ketebalan saput tipis aloi emas 916.	102
49	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk emas tulen (99.99%) dan aloi emas (750, 835 dan 916).	103

50	Plot pergantungan pemalar dielektrik nyata, ϵ_r terhadap ketebalan saput tipis emas tulen (99.99%) dan aloi-aloi emas 750, 835 dan 916.	105
51	Plot pergantungan pemalar dielektrik khayal, ϵ_i terhadap ketebalan saput tipis emas tulen (99.99%) dan aloi-aloi emas 750, 835 dan 916.	106
52	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis emas tulen (99.99%) yang berbeza.	108
53	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 750 yang berbeza.	109
54	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 835 yang berbeza.	110
55	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 916 yang berbeza.	110
56	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi saput tipis emas tulen (99.99%) dan aloi emas (750, 835 dan 916).	112
57	Plot keterhantaran optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis emas tulen (99.99%) yang berbeza.	114
58	Plot keterhantaran optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 750 yang berbeza.	116
59	Plot keterhantaran optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 835 yang berbeza.	117
60	Plot keterhantaran optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi ketebalan saput tipis aloi emas 916 yang berbeza.	119
61	Plot keterhantaran optik sebagai fungsi kepada jarak gelombang bagi saput tipis emas tulen (99.99%) dan aloi emas (750, 835 dan 916).	120
62	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi sempadan antaramuka logam emas (99.99%) dengan udara, air suling, etanol dan dakwat hitam.	124

63	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi sempadan antaramuka logam emas (99.99%) dengan udara, air suling, latex, minyak masak dan madu asli.	125
64	Plot penyesuaian nilai ujikaji dengan nilai teori untuk sempadan antaramuka logam emas dengan air suling, dakwat hitam (0.13%) dan etanol (15.0%).	127
65	Plot penyesuaian nilai ujikaji dengan nilai teori untuk sempadan antaramuka logam emas dengan latex (37.7%), minyak masak dan madu asli.	128
66	Plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka logam emas dengan 5.0% etanol dalam air suling (nisbah isipadu).	130
67	Perkaitan pemalar dielektrik nyata, ϵ_r terhadap peratus kandungan etanol dalam air suling (analisis fitting).	131
68	Perkaitan pemalar dielektrik khayal, ϵ_i terhadap peratus kandungan etanol dalam air suling (analisis fitting).	131
69	Plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka logam emas dengan sampel latex yang mempunyai kelengasan 60.3%.	133
70	Perkaitan pemalar dielektrik nyata, ϵ_r dengan kelengasan latex (analisis fitting).	134
71	Perkaitan pemalar dielektrik khayal, ϵ_i dengan kelengasan latex (analisis fitting).	134
72	Plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka logam emas dengan larutan madu yang mempunyai 75.0% air.	136
73	Perkaitan pemalar dielektrik nyata, ϵ_r dengan peratus air dalam larutan madu (analisis fitting).	137
74	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju bagi sempadan antaramuka logam emas dan etanol (peratus yang berbeza).	140

75	Perkaitan linear di antara sudut resonans, θ_{spp} dan peratus kandungan etanol dalam air suling. Plot kecil menunjukkan garis lurus bagi plot delta sudut resonans, $\Delta\theta_{spp}$ melawan peratus kandungan etanol dalam air suling adalah melalui titik asalan.	141
76	Plot keterpantulan minimum sebagai fungsi kepada peratus kandungan etanol dalam air suling.	143
77	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk sempadan antaramuka logam emas dengan udara dan latex (kelengasan 37.7%, 42.2%, 47.9% dan 60.3%).	144
78	Perkaitan linear di antara sudut resonans, θ_{spp} dan kelengasan latex. Plot kecil menunjukkan perkaitan di antara sudut resonans, θ_{spp} dan peratus kandungan latex dalam larutan latex (keadaan matang).	146
79	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk kelengasan latex 42.2% bagi tempoh masa 0 jam, 4 jam, 24 jam dan 48 jam.	147
80	Plot menunjukkan perkaitan di antara sudut resonans, θ_{spp} dengan masa untuk keempat-empat kelengasan latex (37.7%, 42.2%, 47.9% dan 60.3%).	148
81	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk sempadan antaramuka logam emas dengan udara dan keenam-enam sampel larutan madu.	150
82	Perkaitan linear di antara delta sudut resonans, $\Delta\theta_{spp}$ dan peratus air dalam larutan madu. Plot kecil menunjukkan perkaitan di antara delta sudut resonans, $\Delta\theta_{spp}$ dan peratus madu dalam larutan madu.	151
83	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk sempadan antaramuka logam emas dan sampel emulsi (marjerin dan krim rambut).	154

84	Plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk sempadan antaramuka logam emas dan sampel serbuk (talkum dan susu tepung).	154
85	Plot penyesuaian data ujikaji dengan data teori untuk sempadan antaramuka logam emas dengan sampel emulsi (marjerin dan krim rambut) dan sampel serbuk (talkum dan susu tepung).	156

SENARAI SIMBOL DAN SINGKATAN

α	sudut tuju dalaman prisma
$\Delta\theta_{spp}$	delta sudut resonans plasmon permukaan
n_l	indeks biasan prisma
n_m	indeks biasan medium bersebelahan prisma
n_o	indeks biasan udara
μ	ketelapan magnet
λ	jarak gelombang
ϵ_i	pemalar dielektrik khayal
ϵ_r	pemalar dielektrik nyata
ϵ_1	pemalar dielektrik nyata prisma
ϵ_2	pemalar dielektrik nyata logam
ϵ_3	pemalar dielektrik nyata bahan dielektrik
ϵ_o	pemalar dielektrik nyata udara
θ_t	sudut biasan
θ_r	sudut pantulan
θ_{spp}	sudut resonans plasmon permukaan
θ_m	sudut sisihan minimum
θ_i	sudut tuju

χ^2	ujian Khi Kuasa Dua
k_o	vektor gelombang sinar tuju
k_{spp}	vektor gelombang plasmon permukaan
k_x	vektor gelombang sinar tuju selari dengan sempadan antaramuka logam dan dielektrik
A	sudut prisma
ATR	pengecilan pantulan penuh (attenuated total reflection)
B	medan magnet
c	halaju cahaya ($c=3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)
d	ketebalan
E	medan elektrik
IR	inframerah
K	karat (emas)
LSF	Fitting Kuasa Dua Terkecil
R	keterpantulan optik
RRIM	Institut Penyelidikan Getah Malaysia
SMT	Teknik Mekanisma Mencari
TE	medan elektrik melintang (transverse electric field)
TM	medan magnet melintang (transverse magnetic field)
UV	ultralembayung

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia
sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains.

**PENGUKURAN KETELUSAN LOGAM EMAS DAN CECAIR DENGAN
KAEDAH RESONANS PLASMON PERMUKAAN**

Oleh

ROSMIZA BT. MOKHTAR

Ogos 1998

Pengerusi : Profesor Madya Dr. W. Mahmood b. Mat Yunus

Fakulti : Sains dan Pengajian Alam Sekitar

Fenomena resonans plasmon permukaan telah banyak diaplikasikan sebagai sensor optik seperti sensor gas, sensor biologi, sensor kimia dan juga dalam pengukuran sifat-sifat optik bahan logam dan bahan dielektrik.

Dalam projek ini, logam emas tulen (99.99%) dan logam aloi emas (750, 835 dan 916) disaput pada permukaan prisma 60° dalam bentuk saput tipis dengan menggunakan teknik percikan dan teknik peruapan. Sampel cecair, emulsi dan serbuk yang digunakan sebagai bahan dielektrik, ditempatkan di dalam sel khas (isipadu=3.31 cm³) dan diletakkan bersentuhan dengan saput tipis logam emas.

Ujikaji dilakukan dengan mengukur keamatan keterpantulan optik dari sampel sebagai fungsi kepada sudut tuju untuk sempadan antaramuka logam

dengan medium dielektrik. Ciri-ciri plasmon seperti sudut resonans, keterpantulan minimum dan keadaan resonans (ketajaman dan kelebaran plot) untuk sampel logam, cecair, emulsi dan serbuk dapat dicerap, berdasarkan kepada plot keterpantulan optik sebagai fungsi kepada sudut tuju. Dalam projek ini, penentuan nilai pemalar dielektrik, ϵ_r dan ϵ_i untuk sampel-sampel logam, cecair, emulsi dan serbuk dilakukan dengan menggunakan kaedah penyesuaian data-data ujikaji dengan data-data teori (fitting).

Dari hasil kajian, didapati logam emas sesuai digunakan sebagai medium aktif sensor optik menggunakan teknik pengukuran resonans plasmon permukaan. Pemalar optik, ϵ_r dan ϵ_i untuk logam emas (99.99%) didapati tidak bergantung kepada ketebalan saput tipis logam emas, tetapi keterpantulan minimum di mana berlaku resonans plasmon permukaan didapati berubah dengan perubahan ketebalan pada julat antara 46.17 nm dan 94.36 nm. Penggunaan teknik pensaputan yang berbeza (teknik percikan dan teknik peruapan) juga didapati mempengaruhi nilai keterpantulan minimum dan nilai pemalar optik, ϵ_r dan ϵ_i .

Apabila medium udara yang bersempadan dengan logam emas digantikan dengan medium cecair, emulsi atau serbuk, peranjakan sudut resonans, θ_{spp} berlaku. Perkara yang sama juga berlaku apabila peratusan kandungan etanol

dalam air, kelengasan latex (%) dan peratusan air dalam larutan madu, diubah. Khusus untuk sampel latex, pengukuran resonans plasmon permukaan terhadap masa menunjukkan berlaku peranjakan sudut resonans, θ_{spp} pada awal ujikaji, dan menjadi stabil selepas satu tempoh tertentu.

Pengukuran resonans plasmon permukaan dalam ujikaji ini berjaya menunjukkan bahawa fenomena resonans plasmon permukaan boleh digunakan sebagai sensor optik dan boleh digunakan untuk menentukan pemalar optik logam, cecair, emulsi dan serbuk.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in
fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science.

**THE MEASUREMENT OF PERMITTIVITY OF GOLD AND LIQUIDS
USING THE SURFACE PLASMON RESONANCE METHOD**

By

ROSMIZA BT. MOKHTAR

August 1998

Chairman : Associate Professor Dr. W. Mahmood b. Mat Yunus

Faculty : Science and Environmental Studies

The phenomenon of surface plasmon resonance has been widely used in optical sensors such as gas sensor, biological sensor, chemical sensor and also in determining the optical properties of metal and dielectric material.

In this project, pure gold (99.99%) and gold alloys (750, 835 and 916) were deposited onto the surface of a 60° prism in a form of thin film, using both the sputtering and evaporating technique. The liquid, emulsion and powder which were used as the dielectric samples, were placed in a cell (volume=3.31 cm³) with direct contact to the metal thin film.

The experiment was carried out by measuring the intensity of the optical reflectivity as a function of incident angle at the metal and dielectric interface.

The characteristic of plasmon such as resonance angle, minimum reflectivity and the condition of resonance (sharpness) for metal, liquid, emulsion and powder samples could be analyzed based on the plot of the reflectance as a function of incident angle. In this project, the determination of the dielectric constant, ϵ_r and ϵ_i for metal, liquid, emulsion and powder was carried out by fitting the experimental data to the theory.

The experimental results indicate that pure gold is suitable for use as an active medium in optical sensor using surface plasmon resonance technique. It was also found that the optical constant, ϵ_r and ϵ_i for pure gold (99.99%) does not depend on the thickness of metal thin film, but the minimum reflectivity where the surface plasmon resonance occurred depends on the thickness ranging from 46.17 nm to 94.36 nm. The use of different deposition techniques (sputtering and evaporating technique) also affected the value of minimum reflectivity and optical constant, ϵ_r and ϵ_i .

When the medium interfaced with the gold film was changed from air to liquid, emulsion or powder, the resonance angle, θ_{spp} shifted. The same phenomenon occurred when the percentage of ethanol in water, moisture content in latex (%) and percentage of water in honey solution was changed. For each latex solution, the result from the measurement of surface plasmon resonance